AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Diplomingeniørprojekt

Udstykning fra Åstrup Møllegård, Hjørring

Katrine Nørgaard Reberholt
Studienr.: 20144340
Byggeri & Anlæg, Veje & Trafik
Aalborg Universitet

1/11-17 til 19/1-17

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Det Teknisk-
Naturvidenskabelige Fakultet
Byggeri og Anlæg
Thomas Manns Vej 23
9220 Aalborg Øst
www.tek-nat.aau.dk

Titel:

Udstykning fra Åstrup Møllegård

Projekttype:

Diplomingeniørprojekt

Projektperiode:

1. november 2017 - 19. januar 2018

Studerende:

Katrine Nørgaard Reberholt

Projektvejleder:

Erik Kjems

Synopsis:

Dette projekt omhandler en udstykning fra Åstrup Møllegård i Hjørring af i alt 37 byggegrunde. Projektet omfatter projekteringen af vejanlægget, herunder linjeføring, længdeprofiler, tværprofiler, vejbefæstelse samt vejafvanding, inventar, afmærkning, osv. Linjeføring og længdeprofiler er fastlagt på baggrund af en udstykningsplan, der er udarbejdet af Geopartner landinspektør. Forud for projekteringen er der lavet en forundersøgelse af området der indebærer en beskrivelse af det eksisterende terræn, samt fastlæggelse af bindinger, herunder bygge- og beskyttelseslinjer, fredskov, fredet natur, m.m. Udfordringen med området er, at det er et meget kuperet terræn samt store områder med naturbeskyttelse. Der er udformet et vejanlæg, der tager højde for de store terrænhældninger, således skråningsanlæggene hverken bliver for store til grundene eller overskrider naturbeskyttelsesområderne. Der er slutteligt udformet en tilbudsliste samt et entrepriseoverslag.

Antal sider: 68 sider
Elektronisk appendiks: 16
Tegninger: 8
Afsluttet: 19. januar 2018

Forord

Denne rapport er udarbejdet af Katrine Reberholt fra studiet Byggeri og Anlæg med specialisering inden for vej og trafik på Aalborg Universitet. Projektet omhandler en udstykning fra Åstrup Møllegård i Hjørring.

Projektet er udarbejdet i samarbejde med NIRAS i forlængelse af praktikophold. Der skal lyde en stor tak til NIRAS for samarbejdet med projektet.

Læsevejledning

Rapporten er inddelt i to dele; en forundersøgelse og en detailprojektering. Del 1: Forundersøgelsen, indeholder en beskrivelse af området, herunder lokalplan, matrikelgrænser, topografi, jordbundsforhold og bindinger. Dette danner grundlag for hvorledes udstykningen kan udformes, hvilken er beskrevet i detailprojekteringen. Del 2: Detailprojekteringen, indeholder en beskrivelse af udstykningsplanen, der er udformet af Geopartner landinspektør, samt beskrivelse af hvordan linjeføring, længdeprofiler, tværsnit, osv. er udformet. Der følger rapporten en tegningsliste og elektroniske appendiks, der findes en oversigt over i starten af rapporten. De programmer der er anvendt til projektet fremgår af appendiks A.

Kilder i rapporten er angivet, så der i teksten refereres til en kilde med [Efternavn, Udgivelsesår] og eventuelt sidetal. Dette fører til kildelisten bagerst i rapporten, hvor bøger er angivet med forfatter, titel, udgave og forlag, mens internetsider er angivet med forfatter, titel og dato. Figurer, ligninger og tabeller er nummereret i henhold til det respektive kapitel, så den første figur i kapitel 2 hedder figur 2.1 og så fremdeles. Nummereringen fremgår under figurer og tabeller samt til højre for ligninger.

Katrine Nørgaard Reberholt

Indholdsfortegnelse

Forord **v**

Tegningsoversigt **1**

Elektroniske appendiks **3**

Kapitel 1 Indledning **5**

I Forundersøgelse **7**

Kapitel 2 Områdebeskrivelse **9**
2.1 Lokalplan 9
2.2 Matrikelgrænser og ejerforhold 10
2.3 Topografi 11
2.4 Jordbunds- og grundvandsforhold 11

Kapitel 3 Bindinger **13**
3.1 Arkæologi 13
3.2 Beskyttet natur 14

Kapitel 4 Udstykningsplan **17**
4.1 Adgang til grundene 18

Kapitel 5 Delkonklusion **21**

II Detailprojektering **23**

Kapitel 6 Fastlæggelse af trace **25**
6.1 Linjeføring 25
6.2 Længdeprofiler 25
6.3 Stier 26

Kapitel 7 Vejens udformning og opbygning **27**
7.1 Tværsnit 27
7.2 Vejbefæstelse 29

Kapitel 8 Vejplan **31**
8.1 Sving 31
8.2 Vendepladser 31
8.3 Fartdæmpere 32
8.4 Kantsten 32
8.5 Afmærkning 32

Kapitel 9 Afvandingsplan **35**

Kapitel 10 Anlægsøkonomi **37**
10.1 Udbudsmateriale 37
10.2 Jordberegning 37
10.3 Entrepriseoverslag 38

Kapitel 11 Konklusion **39**
11.1 Afsluttende bemærkninger 39

Appendiks A Anvendte programmer **41**
A.1 Microstation 41
A.2 Bentley PowerCivil 41

Appendiks B Terrænmodel **43**

Appendiks C Ekskursion til Hjørring **45**

Appendiks D Tracering **51**
D.1 Kurveradier 51
D.2 Vendestrækningens længde 52
D.3 Sidehældning i kurver 52

Appendiks E Plantestensmur **55**

Appendiks F Vendepladser **57**

Litteratur **59**

Tegningsoversigt

Herunder fremgår en oversigt over de tegninger der medfølger rapporten, som der løbende henvises til.

Tegningsnr.	Titel	Målestok
C1_MY_1_001	Vejplan	1:500
C1_MY_1_002	Vejplan med naturbeskyttelsesområder	1:500
C1_MY_1_003	Vejplan, udsnit	1:250
C1_MY_1_004	Kørekurver	1:500
C1_MY_3_020	Tværsnit	1:50
C1_MY_7_030	Længdeprofil, stamvej	1:1000
C1_MY_7_031	Længdeprofiler; vej A, A1, B og B1	1:1000
C1_MY_040	Højdekurver	1:1000

Elektroniske appendiks

Herunder fremgår de elektroniske bilag og appendiks der medfølger rapporten, som der løbende henvises til. De vedlagte appendiks er udarbejdet af den studerende, og de vedlagte bilag er supplerende og uddybende dokumenter til projektet, der ikke er udarbejdet af den studerende.

	Appendiks	Filformat
A1	3D vejplan, M_C1_MY_1_VEJ_3D	.dwg
A2	3D vejplan, M_C1_MY_1_VEJ_3D	.dgn
A3	Vejgeometrisk beregning [Vejdirektoratet, 2013]	.xlsx
A4-1	Jordberegning, stamvej	PDF
A4-2	Jordberegning, Vej A	PDF
A4-3	Jordberegning, Vej A1	PDF
A4-4	Jordberegning, Vej B	PDF
A4-5	Jordberegning, Vej B1	PDF
A5	Tilbudsliste, TBL	.xlsx
A6	Tilbud- og afregningsgrundlag, TAG	PDF
A7	Mængdeberegning	.xlsx
	Bilag	Filformat
B1	Lokalplan 104.1110-L07	PDF
B2	Udstykningsplan	PDF
B3	Udstykningsplan med §3-registreringer	PDF
B4	Geoteknisk undersøgelsesrapport	PDF
B5	Standarder for vejprofiler på boligveje i Hjørring	PDF

Indledning 1

Hjørring er en by i udvikling, og derfor har kommunen stort fokus på bosætningsindsatsen. Ifølge Hjørring Kommuneplan, lægger kommunen stort fokus på, at Hjørring by fremover skal være et attraktivt sted at bo for flere aldersgrupper og familietyper, og byen skal derfor tilbyde et varieret udbud af boliger. De nye boligområder skal profileres på styrkerne i de enkelte bydele, så som nærhed til midtby, idrætsområder eller landskabelige kvaliteter. Samtidig med den etapevise byudvikling skal den overordnede infrastruktur indtænkes således, at byen fortsat har et vejnet med god fremkommelighed [Hjørring Kommune, 2016]. Kommunen ønsker samtidig at forny de eksisterende boligområder, herunder bygninger og uderum, således områderne passer til de krav der stilles til moderne boliger [Hjørring Kommune, 2016].

En udstykning af området vest for Odbjergvej i Hjørring, fra Åstrup Møllegård, har været på tale i mange år. Åstrup Møllegård er beliggende sydøst i Hjørring, se figur 1.1. Det er et område i vækst, hvor der indenfor de seneste år er udstykket flere boligområder.

Figur 1.1. Åstrup Møllegårds placering i Hjørring.

Åstrup Møllegård er beliggende i et meget kuperet terræn på et næs mellem to vandløb Frisbæk og Åstrup Møllebæk, se figur 1.2. Dette område forventes, at være et boligområde, som Hjørring Kommune skal profilere på dets landskabelige kvaliteter.

Figur 1.2. Åstrup Møllegård.

Der er flere problemstillinger og udfordringer ved at udstykke et boligområde i netop dette område. Der er et stort areal af naturbeskyttelse i området, og det kan være svært at få dispensation for at fjerne dette. I kombination med det meget kuperede terræn er det derfor en udfordring. Geopartner landinspektør har udformet en udstykningsplan der tager højde for naturbeskyttelsesområderne, se figur 1.3. Der skal udstykkes i alt 37 byggegrunde. Grundene forventes at blive solgt mellem 1-1,2 mio. kr. Vejnettet består af i alt fem veje, hvoraf to er mindre gruseveje.

Projektet er udarbejdet som et myndighedsprojekt, dvs. det skal godkendes af myndigheden.

Figur 1.3. Udstykningsplan af i alt 37 byggegrunde. Udstykningsplanen er udformet af Geopartner landinspektør.

Del I

Forundersøgelse

Områdebeskrivelse 2

I dette kapitel foretages der en beskrivelse af det område byggemodningen ligger i, herunder administrative grænser; matrikelgrænser og lokalplanområde samt områdets topografi og jordbundsforhold.

2.1 Lokalplan

Den gældende lokalplan nr. 104.1110-L07 for området blev vedtaget d. 25. oktober 2017, og er vedlagt denne rapport som bilag B1. Lokalplanen muliggør en videre byudvikling ved Odbjerg med en udstykning vest for området ved Odbjergvej. Lokalplanen skal sikre en helhed og en naturlig overgang mellem den bymæssige bebyggelse og det omkringliggende åbne landskab. Området ligger i landzone, men overføres i forbindelse med denne planlægning til byzone [Hjørring Kommune, 2017].

Figur 2.1. Lokakplanområde, lokalplan nr. 104.1110-L07.

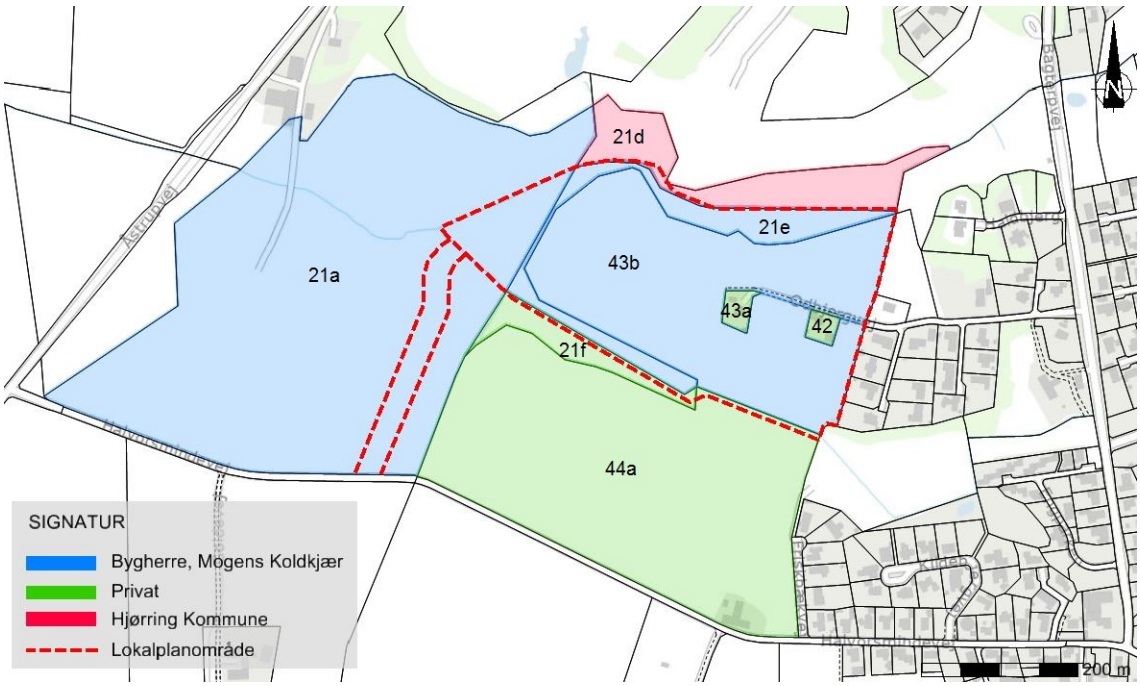
Udstykningen af området skal iflg. lokalplanen udstykkes i overensstemmelse med den retningsgivende udstykningsplan, hvilken er udformet af Geopartner landinspektør, se figur 2.2 og bilag B2. I afsnit 4 foretages der en yderligere beskrivelse af udstykningsplanen. Der kan ske mindre skelreguleringer under forudsætning af, at princippet i udstykningsplanen

med boligveje fastholdes. Der må ikke udstykkes mere end 37 boliggrunde, og grundstørrelserne skal være min. 900 m^2 og maks. 1.900 m^2 [Hjørring Kommune, 2017].

Figur 2.2. Udstykningsplan udformet af Geopartner landinspektør. Se desuden bilag B2.

2.2 Matrikelgrænser og ejerforhold

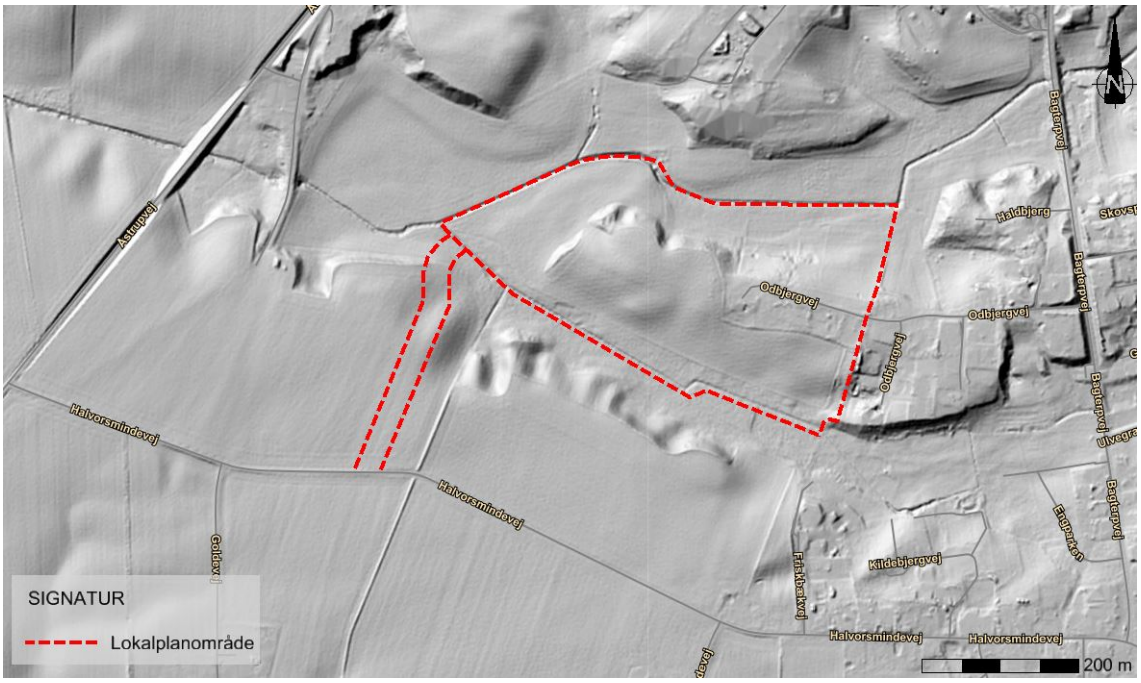
Af figur 2.3 fremgår matrikelgrænser og ejerforhold. Byggemodningen foretages af Mogens Koldkjær der ejer matrikel 21a, 21e og 43b hvorpå udstykningen foretages.



Figur 2.3. Matrikelgrænser og ejerforhold.

2.3 Topografi

En af de største udfordringer i området er det kuperede terræn. Af figur 2.4 ses et skyggekort af området med markering af lokalplanområdet. Der er desuden vedlagt en tegning med højdekurver, der kan give et mere detaljeret billede af terrænnet i området. Tegning C1_MY_040 kan findes i tegningsoversigten i starten af rapporten.



Figur 2.4. Skyggekort.

Terrænnet er forholdsvist fladt ved Halvorsmindevej, hvor stamvejen skal kobles på. Terrænnet falder fra kurven i lokalplanomridset mod nord. Lavpunkterne er i den sydligste del af lokalplanområdet samt i den nordligste og nordvestlige del. Det højeste punkt er ca. i midten af lokalplanområdet, hvorfra terrænnet hælder mod syd og stejlt mod nord.

Selvom der er gode forudsætninger for at forstå terrænnet ud fra diverse kort og højdekurver, er det bedste udgangspunkt er se terrænnet i virkeligheden forinden projekteringsstart. Derfor blev der foretaget en ekskursion til Hjørring, for at se terrænnet. I appendiks C ses de billeder der blev taget i området.

Ekskursionen blev foretaget samtidig med, at den arkæologiske undersøgelse af området var igang, se afsnit 3.1.

2.4 Jordbunds- og grundvandsforhold

Der er foretaget 12 boringer i området, hvilke fremgår af figur 2.5. Den geotekniske undersøgelsesrapport er vedlagt som bilag B4, og nedenstående kommentarer i dette afsnit er betragtninger fra rapporten. Boringerne har til formål at belyse jordbunds- og grundvandsforholdene, med fokus på vurdering af muligheden for lokal nedsivning af regnvand, LAR.

Figur 2.5. Boringer. En yderligere beskrivelse af boreprofilerne kan findes i den geotekniske undersøgelsesrapport, der er vedlagt rapporten som bilag B4.

I den nordvestlige del af området er der postglaciale aflejringer af tørvholdigt sand, tørvelag og stærkt tørveholdigt ler, der er underlejret af senglaciale aflejringer af sand og ler. På den resterende del af området er der truffet senglaciale aflejringer primært sand med lag af ler.

Ved boringerne 1-6 er der et relativt højt grundvandsspejl, ca. 0,6-1,0 m under terræn, hvorved jordbundsforholdene vurderes betinget egnet til nedsivning af dræn-, regn-, og overfladevand. Aflejringerne er finkornet sand med varierende indhold af tørv og silt, hvorfor det er muligt at foretage lokal nedsivning i faskiner, såfremt anlæggene kan placeres højt og tilstrækkelig store.

Ved boring 7-8 forventes nedsivning i faskiner, udført i en kombination af egnede jordbundsforhold af svagt siltet sand samt mindre egnede jordbundsforhold af ler og sand med betydeligt indhold af ler og silt.

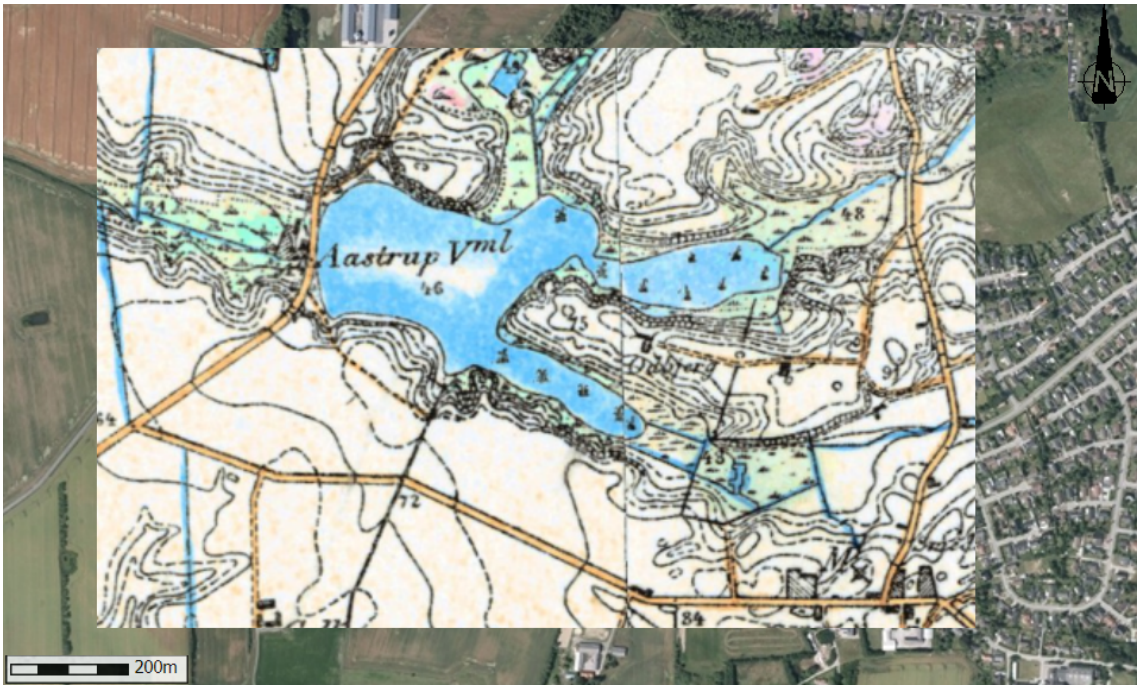
Bindinger 3

I dette kapitel beskrives de nuværende forhold og bindinger i området, som der skal tages højde for, når der skal anlægges nye vejanlæg samt et nyt boligområde.

3.1 Arkæologi

Der blev i november 2017 foretaget en arkæologisk forundersøgelse af området af Vendsyssel Historiske Museum. Formålet med en arkæologisk forundersøgelse er at lokalisere og kortlægge eventuelle arkæologiske levn.

Området ved Åstrup Møllegård var interessant for arkæologerne. Der er ikke tidligere registreret fortidsminder i området, men der er i det omkringliggende område registreret bebyggelse, gravhøje, stenbyggede grave samt marksystem fra jernalderen. Der er desuden registreret detektorfund fra middelalderen syd for området. Området var desuden interessant for arkæologerne, fordi det kuperede terræn ved et vådområde, se figur 3.1, ville kunne rumme spor af bebyggelse, gravlæggelser samt depot- og offerfund. Da området heller ikke har været bebygget i nyere tid, kan eventuelle fortidsminder være meget velbevarede.



Figur 3.1. Åstrup Møllegård i perioden 1842-1899.

Under den arkæologiske forundersøgelse, blev der udgravet søgegrøfter pr. 15 m og langs

med stamvejen, se figur 3.2. Se desuden figur C.11 i appendiks C, der viser en af de søgegrøfter der var gravet i området, under ekskursionen.

Den arkæologiske forundersøgelse blev afsluttet i slutningen af november 2017. Området blev frigivet iht. museumsloven, da der kun blev fundet få ubetydelige anlæg. Der blev registreret spredte forhistoriske bebyggelsesspor, men ingen spor der gav anledning til en udvidet undersøgelse.

Det er bygherre der betaler for den arkæologiske forundersøgelse. Selvom søgegrøfterne ligger forholdsvis tæt, er der risiko for, at ikke alt lokaliseres ved forundersøgelsen. Hvis der under anlægsarbejdet fremkommer vigtige arkæologiske levn, efter arealet er frigivet, skal anlægsarbejdet standses og det lokale museum kontaktes. Det vil dog være Kulturarvsstyrelsen eller det lokale museum, som herefter skal betale for den efterfølgende arkæologiske udgravning [Skanderborg Museum].

Figur 3.2. Søgegrøfter udført af Vendsyssel Historiske Museum.

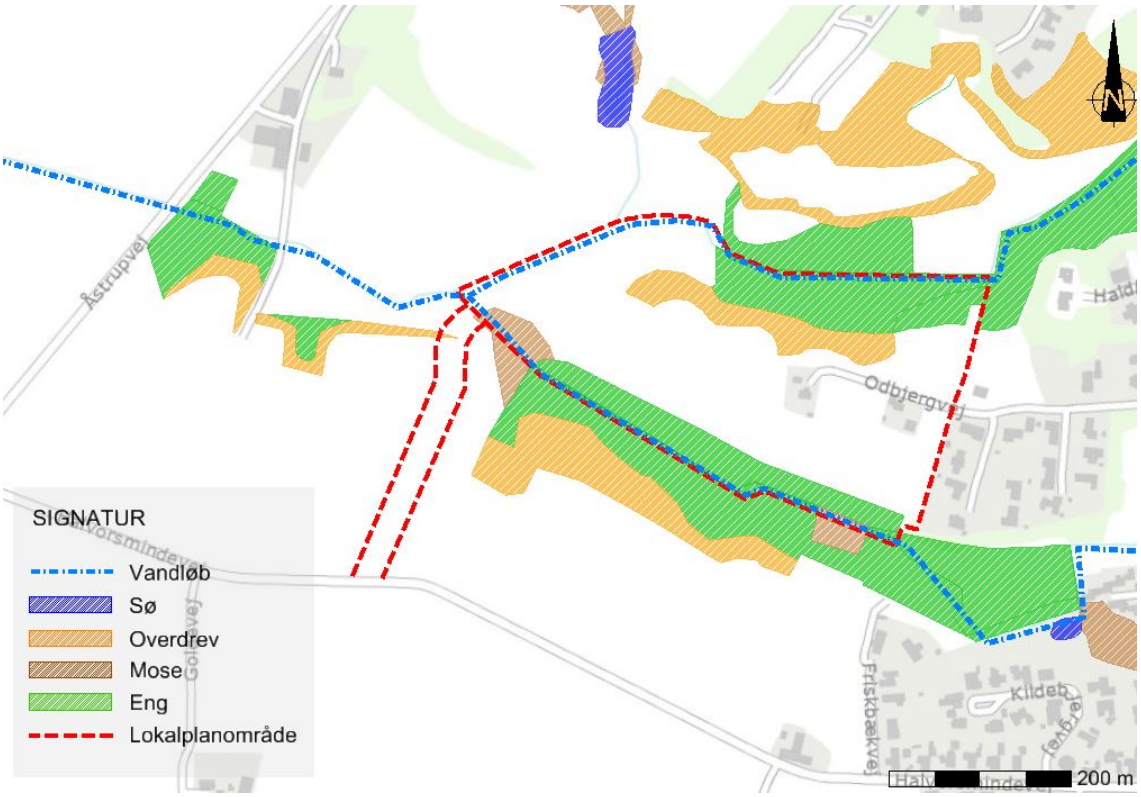
3.2 Beskyttet natur

I området er der større naturbeskyttelsesområder, herunder: Fredskov, sten- og jorddiger, vandløb, eng, mose, heder og overdrev, hvilket er vigtigt at tage højde for, når udstykningsplanen tilrettelægges samt vejanlæg projekteres. Nedenfor gennemgås de love der beskytter naturen i området.

3.2.1 Naturbeskyttelsesloven

Naturbeskyttelsesloven omfatter beskyttelse af ca. 9,5 % af Danmarks areal, og er et vigtigt bidrag til at sikre et funktionelt netværk af natur [Naturstyrelsen, 2009].

Naturbeskyttelseslovens §3 beskytter naturtyperne: Søer, vandløb, heder, moser, strandenge og strandsumpe samt ferske enge og biologiske overdrev [Naturstyrelsen, 2009]. I området for byggemodningen er der: Fredet vandløb og søer, eng, mose, heder og overdrev, hvilke fremgår af figur 3.3.



Figur 3.3. Beskyttede naturtyper.

Naturbeskyttelseslovens §§16-19 om bygge- og beskyttelseslinjer skal sikre, at de nærmeste omgivelser ved søer og åer, samt omkring fortidsminder, skove og kirker friholdes for bebyggelse. Der er ikke nogle bygge- og beskyttelseslinjer i området.

3.2.2 Museumsloven

Museumslovens §29 omfatter bevaring af sten- og jorddiger samt fortidsminder [Retsinformation, 2014]. Der er ikke nogle fortidsminder i området, men der er et sten-/jorddige, hvilke fremgår af figur 3.4.

Figur 3.4. Sten- og jorddiger.

3.2.3 Skovloven

En stor del af de danske skove er fredskovspligtige. Fredskovpligten blev indført for næsten 200 år siden, for at sikre Danmarks forsyning med træ, efter en stor del af de danske skove næsten blev udryddet. Fredskovspligtige arealer skal drives efter skovlovens regler. En fredskovspligtig skov består af træer, som danner eller er ved at vokse op til skov af højstammede træer [Miljø- og Fødevareministeriet].

Der er et større fredskovareal i området, hvilket fremgår af figur 3.5. Fredskoven er ikke mange år gammel, og er derfor ikke højstammede træer.

Figur 3.5. Fredskov.

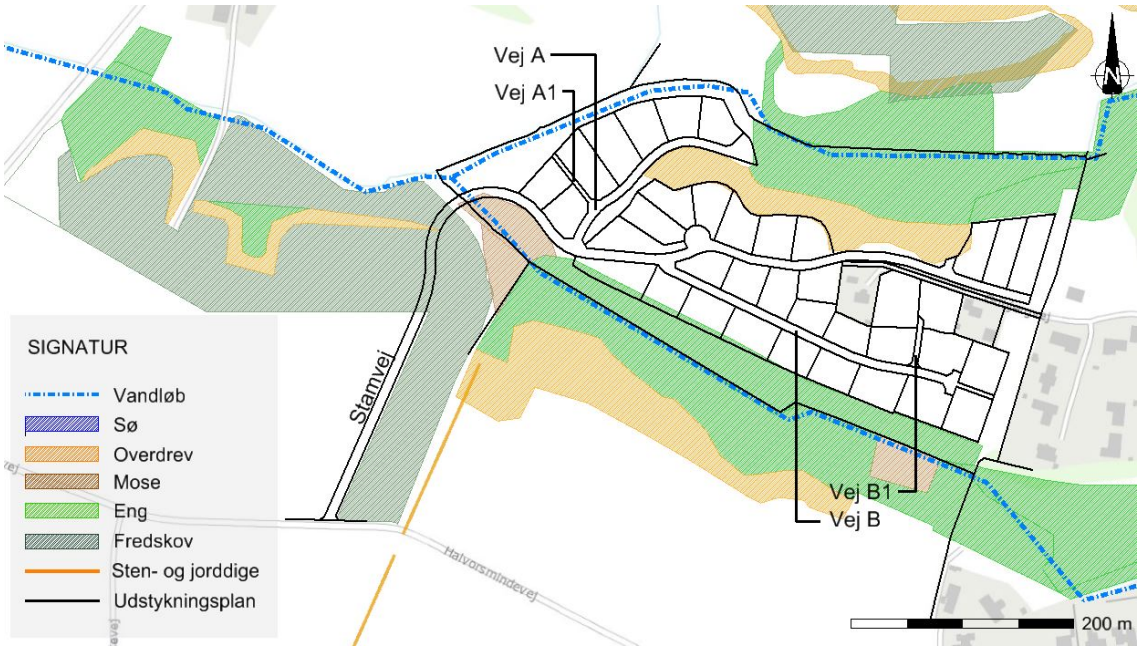
Udstykningsplan 4

I dette kapitel beskrives den udstykningsplan der er lavet af Geopartner landinspektør, samt de udfordringer der har været i forbindelse med at byggemodne området. Udstykningsplanen fremgår desuden af bilag B2 og B3.

Udstykningsplanen fremgår af figur 4.1 og bilag B2. Planen er udformet med udgangspunkt i naturbeskyttelsesområderne, som sætter af naturlig afgrænsning for hvad der kan lade sig gøre. Udstykningsplanen med naturbeskyttelsesområder fremgår af figur 4.2 og af bilag B3. Det ses, at det så vidt muligt er undgået af berører grænser ved naturbeskyttelsesområderne, men det har dog nogle steder ikke været muligt at undgå. Stamvejen går igennem fredskoven, hvor der er indlagt en kurve. Dette er for at undgå at lægge vejanlægget i mosen. Dog betyder det, at vejen kommer i berøring med det overdrev, som ligger inde i fredskoven. Den fjernede naturtype skal genoprettes i forhold 1:2.

Figur 4.1. Udstykningsplan udformet af Geopartner landinspektør.

En af de problemstillinger der har været med at udstykke dette område er vejadgangen. Vejadgangen skal ske fra Halvorsmindevej. Der skal være en adskillelse mellem Odbjergvej og den nye adgangsvej fra Halvorsmindevej, så der ikke er forbindelse for kørende mellem de to veje. Beboerene i det eksisterende område øst for Åstrup Møllergård, ønsker ikke mere gennemkørende trafik, og derfor har det ikke været muligt, at få vejadgang fra Odbjergvej. Denne bestemmelse er dog ikke til hinder for, at der på et senere tidspunkt kan indgås



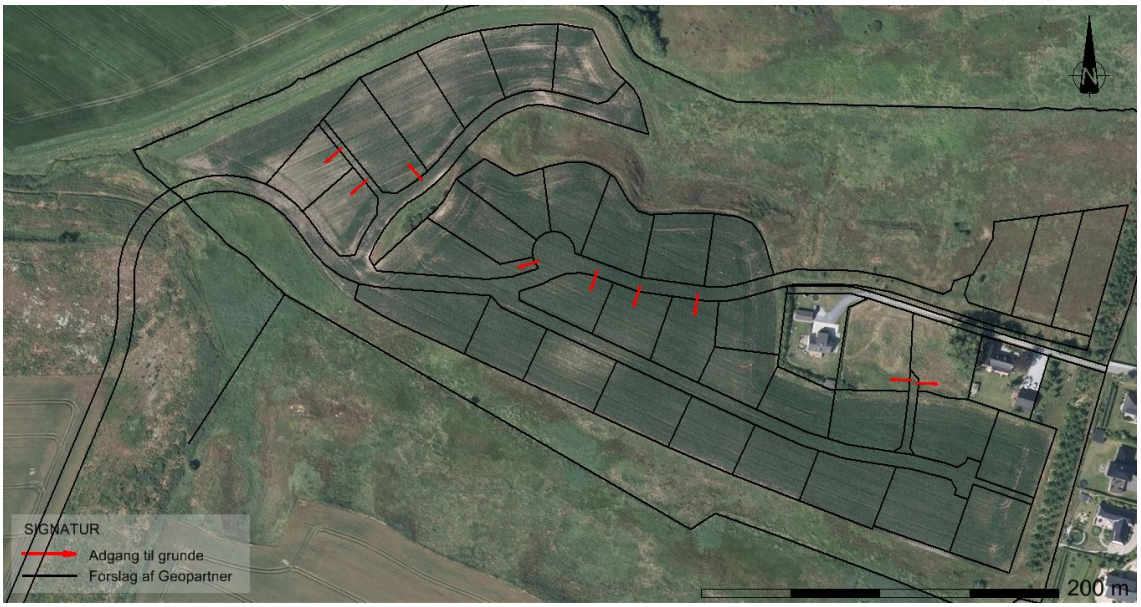
Figur 4.2. Udstykningsplan udformet af Geopartner med naturbeskyttelsesområder. Se desuden bilag B3.

frivillig aftale om vejadgang via Odbjergvej til den resterende del af lokalplanområdet [Hjørring Kommune, 2017]. Vejadgangen fra Halvorsmindevej giver med tiden mulighed for, at der skal udstykkes boligområder øst og vest for stamvejen.

Det er besluttet, at hele området ikke vil blive anlagt på én gang. Den første etape består af stamvejen frem til den første eksisterende grund samt Vej B. Den anden etape består af Vej A og Vej A1, og den sidste etape består af den resterende del af stamvejen. Dette skaber en mulighed for, at der kan arbejdes på vejadgang til fra Odbjergvej til de tre nord-østligste grunde samt de to grunde imellem de to eksisterende grunde, så der ikke skal anlægges en vej parallelt med Odbjergvej, og samtidig kan det undgås at anlægge Vej B1. Det har desuden været på tale, at de to eksisterende husejere vil købe de to grunde der ligger imellem dem, hvilket også vil skabe en mulighed for at Vej B1 ikke skal anlægges.

4.1 Adgang til grundene

Nogle af grundene grænser op til to veje. Figur 4.3 viser hvilken vej der skal give adgang til grundene. Dette er en forudsætning der er vigtig, når den vertikale linjeføring med skråninger fastlægges, ift. hvor store skråningerne bliver til grundene.



Figur 4.3. Billedet viser hvorfra der skal tilgås adgang til de grunde, der ligger ud til mere end én vej.

Delkonklusion 5

Af figur 5.1 fremgår alle de hensyn der er beskrevet i foranalysen. Her fremgår det tydeligt, hvor stort et område af fredet natur og fredskov der er. Det ses hvordan udstykningsplanen er udformet med udgangspunkt i naturbeskyttelsesområderne, hvor det dog nogle steder har været nødvendigt at søge dispensationfor.

Figur 5.1. Fredet natur, fredskov samt beskyttet sten- og jorddiger.

Vejene skal projekteres så de falder naturligt ind i terrænnet, så der opleves en naturlig overgang til det omkringliggende landskab, hvilket fremgår af lokalplanen. Samtidig skal vejene udformes så de overholder Vejregler. Det kan blive en udfordring, idet vejen skal anlægges på et meget skrånende terræn, så det må vurderes hvilke løsning der er mest fordelagtig, for hhv. det omkringliggende landskab og grundene. Der skal under projekteringen desuden tages højde for, at skråningerne ikke bliver for store til grundene eller overskrider naturbeskyttelsesgrænserne.

Del II

Detailprojektering

Fastlæggelse af trace 6

I denne del af rapporten beskrives detailprojekteringen af vejanlægget. Der vil løbende blive henvist til de tegninger der medfølger rapporten, og som kan findes i tegningsoversigten i starten af rapporten.

6.1 Linjeføring

Linjeføringen er fastsat med udgangspunkt i udstykningsplanen. Linjeføringen fremgår af vejplanen, tegning C1_MY_1_001.

Det er en iterativ proces at fastlægge linjeføringen sammen med længdeprofiler og 3D udlæg af tværsnittene med skråninger. Grunden er, at vejen ønskes anlagt så tæt på grænsen for hhv. fredskov og §3 naturbeskyttelsesområder som muligt. På den måde udnyttes området bedst muligt, så grundene kan udstykkes på størst muligt areal. Samtidig ønsker bygherre så meget areal tilbage som muligt vest for stamvejen til at dyrke sine marker. Der anlægges desuden en plantestensmur på den østlige side af stamvejen op mod fredsskoven. På den måde, kan vejen anlægges tættere på fredskoven end hvis der skulle laves skråninger med anlæg 2. Se appendiks E for en beskrivelse af plantestensmuren.

Stamvejen er flere gange flyttet hhv. mod øst og vest, for at få den til at lægge bedst muligt ift. fredsskovgrænsen. Der er desuden foretaget en ny opmåling i området, da den eksisterende ikke var fyldestgørende nok, se appendiks B. Der er opmålt en mere præcis fredsskovgrænse, hvilket gjorde, at linjeføringen blev flyttet mere mod øst.

Grundet det kuperede terræn og de mange naturbeskyttelsesområder, er det begrænset hvad der kan gøres med kurver på strækningen. Der er derfor søgt en løsning, der skal overholde Vejregler samtidig med at tage højde for naturbeskyttelsesområderne. For at kunne overholde Vejregler, er der sat en hastighedsbegrænsning i området på 40 km/t.

Beregning af horisontalkurver, fremgår af appendiks A3. Her fremgår det, at der med det ønskede tværsnit, en hastighed på 40 km/t samt længdegradient på 60 ‰, skal være en minimumsradie på 55 m.

6.2 Længdeprofiler

Længdeprofilerne fremgår af tegning C1_MY_3_030 og C1_MY_3_031.

Længeprofilerne er fastsat samtidig med der er lavet 3D på området, fordi terrænnet er så kuperet. Selvom vejen på længdeprofilet ligger i terræn, er det ikke nødvendigvis den bedste løsning, fordi vejen kan ligge på et så skrånende terræn, at der kan være stor afgravning

i den ene side og påfyldning i den anden side. Afhængig af hvilke grunde der ligger op til vejen, og hvor disse har indkørsel, kan det være en fordel af hæve eller sænke vejen, for at optimere skråningerne til grundene.

Beregning af vertikalkurver fremgår af appendiks A3.

6.2.1 Stamvejens vertikale linjeføring

På stamvejen ønskes det at holde vejen i terræn så lang tid som muligt, før afgravning påbegyndes. Den kan dog ikke trækkes for langt, da vejen dermed kan ende for langt over terræn ved krydsning med vandløbet, idet længdefaldet ikke må overskride de 60 ‰. Samtidig ønskes det ikke, at vejen ligger for langt over terræn ved grund 1 og 2. Det er desuden vigtigt, at skråningerne ikke bliver for store i det overdrev der ligger vest for vejen i fredskoven.

Den vertikale linjeføring har været en udfordring at fastsætte ved rundkørslen fra st. ca. 548-578. Dette skyldes, at terrænet er meget skrånende netop hvor rundkørslen skal ligge. Jo mere længdeprofilet hæves ved rundkørslen, jo mere påfyldning giver dette på grund 31 og 32.

6.2.2 Vej A og Vej A1

Det har ikke været en stor udfordring at fastlægge længdeprofilet for Vej A og Vej A1, da terrænnet her er forholdsvist fladt. Ved Vej A1 opnås det største længdefald på 34 ‰.

6.2.3 Vej B og B1

Længdeprofilet for Vej B har været en udfordring at fastlægge, fordi terrænnet er så skrånende mod syd, at det vil give påfyldningsskråninger i den ene side af vejen og afgravningsskråninger i den anden side af vejen. Det har altså været en opvejning mellem hvor store skråningerne bliver langs med vejen og hvordan adgangen til hver enkelt grund bliver.

Vej B1, der skal give adgang til grund 33 og 34, har en længdegradient på 111 ‰. Her er det ikke muligt at ændre længdefaldet, uden at lægge vejen i afgravning, hvilket ikke vil være gavnligt ved indkørslen til grundene.

6.3 Stier

Af lokalplanen fremgår det hvordan stierne ønskes anlægges i området. Der anlægges trampestier med barkflis i naturområderne og stier med kørefast belægning. Stierne fremgår af vejplanen tegning C1_MY_1_001.

Vejens udformning og opbygning 7

I dette kapitel beskrives vejens tværsnit samt vejkassens opbygning.

7.1 Tværsnit

Tværsnittene fremgår af tegning C1_MY_3_020, og af vejplanen C1_MY_1_001 fremgår det, hvor snittene er lavet.

7.1.1 Snit A

Snit A er et tværsnit af stamvejen. Stamvejen udformes som tagprofil med 25‰ tværhældning og en vejbredde på 6 m. Vejbredden er fastlagt ud fra Hjørrings standarder for vejprofiler på boligveje, se bilag B5.

Til opsamling af vejvand anlægges der trug på begge sider af vejen med topsliset dræn med kuppelriste pr. 50 m. Vandet ledes til forsinkelsesbassinet, se afsnit 9.

I venstre side er der anlagt en 1 m bred rabat for at overholde kravet for sikkerheszonen. I åbent land skal sikkerhedszonen ved 40 km/t være 2 m på lige vej. Skråningerne kan i visse tilfælde medregnes i sikkerhedszonen. Skråninger der kan medregnes i sikkerhedszonen (terrænklasse 1), er skråninger der stiger med et skråningsanlæg a $\geq$ 2, eller falder med et svagt fald med skråningsanlæg a $\geq$ 5 [Vejregler, 2017]. Der anvendes skråningsanlæg a = 2, på både påfyldnings- og afgravningsskråningerne. Derfor skal der være en særlig opmærksomhed på påfyldningsskråningerne, hvor skråningen altså ikke kan medregnes i sikkerhedszonen, grundet der anvendes skråningsanlæg på a = 2.

Fordi vejen er placeret så tæt på fredskoven, skal der laves en plantestensmur hvor skråningsanlægget ville overskride grænsen til fredskovarealet. Plantestensmuren sættes ca. fra st. 135 til 215. Af appendiks E beskrives udformningen af plantestensmuren.

I venstre side af vejen laves skråningsanlægget med anlæg 1:10. Skråninger med a $\geq$ 10 kan anvendes som landbrugsjord, dvs. som dyrkningsskråninger [Vejregler, 2017]. Således kan bygherre stadig bruges så stort at areal af sin mark som muligt.

7.1.2 Snit B og snit C

Snit B og snit C er et tværsnit af hhv. Vej A, Vej B og stamvejen fra st. 450. Forskellen på de to tværsnit er vejens hældning. Der laves ensidig hældning følgende terrænnet.

Vejene har en bredde på 5 m. Denne vejbredde er, ligesom stamvejen, sat ud fra Hjørrings standarder for vejprofiler på boligveje. Dette betyder, at bredden på stamvejen ændres fra 6 m til 5,5 m. Denne indsnævring sker fra krydset med Vej A. Samtidig ændres vejen fra tagprofil til at have ensidig hældning. Denne ændring sker over en vendestrækning på 50 m, se udregning herfor i appendiks D.2.

7.1.3 Snit E

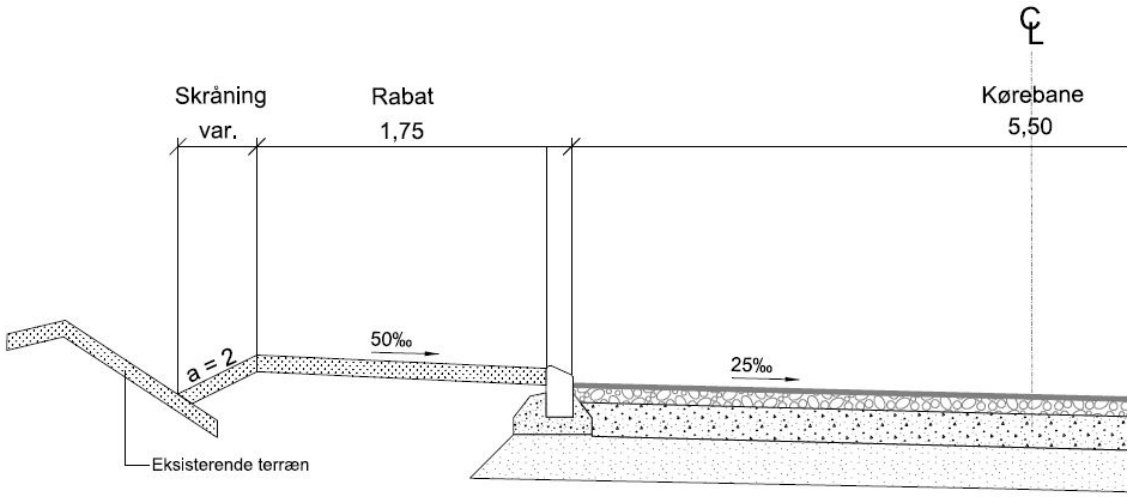
Snit E er et tværsnit af hhv. Vej A1 og Vej B1. De to veje er mindre veje der giver vejadgang til i alt fire grunde. Derfor er kørebanen 3,5 m bred.

7.1.4 Tværsnit i 3D

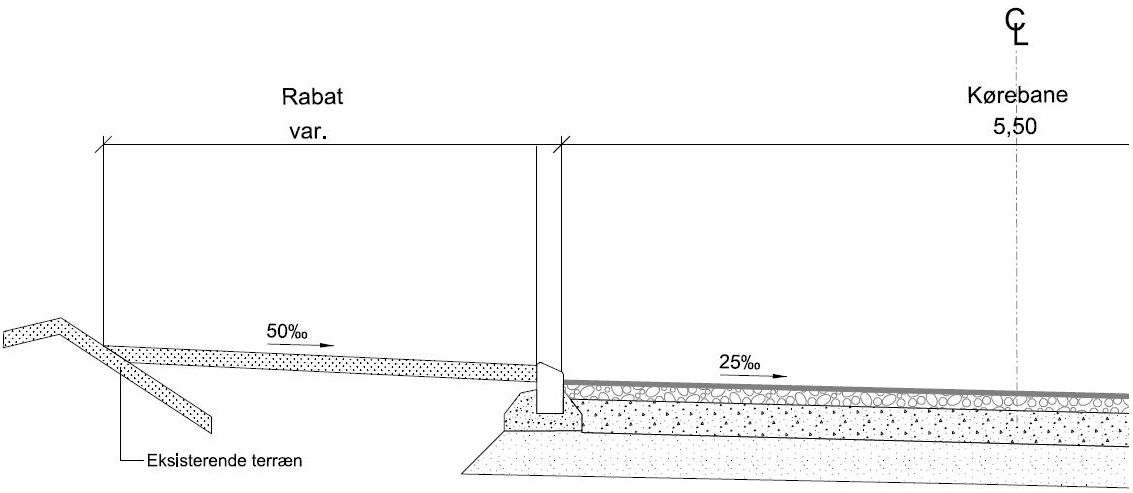
Tværsnittene er tegnet i 3D i programmet RoadWay Designer i PowerCivil, hvor snittene er lagt ind i terrænet. Dette visualiserer hvordan vejene ligger i terrænnet, hvor vejene kan ligge med afgravning i den ene side af vejen og påfyldning i den anden, selvom vejen teoretisk set ligger i terræn på længdeprofilet. I appendiks A afsnit A.2.1 kan det ses udsnit fra programmet, hvor tværsnittene er lagt ind i terrænnet.

Der er indlagt i alt 10 tværsnit i 3D visualiseringen. Der er fx indlagt ét tværsnit fra st. 0-136, et nyt fra st. 136-215, og så fremdeles. Dette skyldes, at der langs stamvejen er ændringer i fx skråninger, der er indlagt en plantestensmur, osv.

3D visualisering gjorde det muligt at opdage et problem mellem skråningsanlæg og det eksisterende terræn, se figur 7.1. Der blev dannet en "grøft"imellem skråningen og det eksisterende terræn, hvilket vil skabe problemer med afvandingen, hvor der vil ophobe sig vand i grøften. Dette blev løst ved at udvide rabatten, se figur 7.2, hvilket fremgår på vejplanen i venstre side af stamvejen, ca. fra st. 455 til 468.



Figur 7.1. Udsnit af tværprofil. Grøftdannelse ved skråning mod eksisterende terræn.



Figur 7.2. Udsnit af tværprofil. Løsningen blev at udvide rabatten til terræn.

7.2 Vejbefæstelse

Vejkassens opbygning fremgår af tværsnittene, tegning C1_MY_3_020.

Vejene dimensioneres ud fra Vejregels katalogmetoden. Indgangsforudsætningen er at kende trafikklassen og befæstelsestypen.

Der skelnes mellem 8 trafikklasser. Opdelingen af trafikklasser er baseret på et estimeret antal køretøjer, enten opgjort som lastbiler pr. døgn i begge retninger, som antallet af Æ10 aksler pr. døgn pr. spor eller som den årlige dimensioneringstrafik, NÆ10/år [Vejregler, 2013]. Trafikklassen er for dette projekt fastsat ud fra antallet af lastbiler, hvilken fremgår af tabel 7.1. Anlægsfasen regnes som den dimensionerende, og derfor sættes en trafikklasse T2. Derudover vælges det at dimensionere efter 10 års trafik, hvilket skyldes, at antallet af lastbiler pr. døgn vil være svarende til en trafikklasse T1, når anlægsfasen er slut.

Trafikklasse	Lastbiler pr. døgn Begge retninger i alt
T0	Kun lette køretøjer
T1	Mindre end 1
T2	Op til 75
T3	75-150
T4	150-600
T5	600-1.400
T6	1.400-2.000
T7	Flere end 2.000

Tabel 7.1. Trafikklasse inddelt efter lastbiler pr. døgn [Vejregler, 2013].

Der vælges en opbygning med pulverasfalt, hvor GAB I er udskiftet med GAB 0, fordi GAB 0 kan lægge i op til 2 år før der skal påføres slidlag. Idet byggemodningen foretages over flere etaper, kan PA udlægges til sidst, når de to første etaper er færdige. Opbygningen af vejene fremgår af tabel 7.2.

Tykkelse [mm]	Materiale
20	PA 250/330
80	GAB 0 70/100
200	SG
250	BL

Tabel 7.2. Vejkassens opbygning fastsat ud fra katalogmetoden. PA: pulverasfalt; GAB: grusasfaltbeton; SG: stabilt grus; BL: bundsikringslag [Vejregler, 2013].

Ovenstående opbygning bruges på stamvejen, Vej A og Vej B. Vej A1 og Vej B1 er mindre veje der giver vejadgang til i alt fire grunde. Disse veje opbygges iht. tabel 7.3.

Tykkelse [mm]	Materiale
30	Leret grus
250	SG
200	BL

Tabel 7.3. Vejkassens opbygning for Vej A1 og Vej B1.

Vejplan 8

I dette kapitel beskrives den vejplan der dannes af linjeføring, længdeprofiler og tværsnit. Derudover beskrives diverse inventar i vejplanen, så som vendepladser, bump, kantsten, afmærkning, m.m.

Tegning C1_MY_1_001 viser vejplanen og tegning C1_MY_1_003 er et udsnit af vejplanen omkring Vej A og Vej B. Vejplanen er desuden vedlagt rapporten som 3D-fil i appendiks A1 og A2, som hhv dgn- og dwg-fil.

8.1 Sving

Tegning C1_MY_1_004 viser de kørekurver der er brugt til at dimensionere svingene. Svingene er dimensioneret efter en distributionsvogn. Svinget til Halvorsmindevej er tegnet til, at vejen er 6 m bred, dvs. svinget ikke kobler på den nuværende kørebanekant. I dag er vejen 5,5 m bred, men forventes at blive udvidet inden for nærmeste fremtid, hvorfor svinget er tegnet hertil.

8.2 Vendepladser

Der er etableres fire vendepladser i området, således store køretøjer kan vende i området. Vendepladserne er dimensioneret efter Vejregler "Anlæg for parkering og standsning i byer"med en distributionsvogn som det dimensionerende køretøj [Vejregler, 2011].

Af appendiks F fremgår billeder af vendepladserne med kørekurver fra det dimensionerende køretøj samt mål. Tegning C1_MY_1_004 viser de kørekurver der er brugt til at dimensionere vendepladserne.

I bunden af Vej A er der udformet en cirkelformet vendeplads, se figur F.1, og i bunden af Vej B er vendepladsen udformet som symmetrisk hammerhoved, se figur F.3.

Der er tegnet en rundkørsel på stamvejen ved grund 8-11, se figur F.4. Denne blev placeret, for at kunne tilgå grundene. Pladsen er lavet med et bed i midten til plantning af træer. Dette skaber nogle retningslinjer for trafikken, så der ikke køres tværs over pladsen. Der laves desuden en anden type belægning, så det skaber en afgrænsning til den resterende trafik. Der anlægges betonbelægningssten i sildebensmønster med albertslundkantstene, der holder belægningsstenene på plads.

Den fjerde vendeplads er lavet vest for grund 35, og tegnet med en distributionsvogns kørekurver, se figur F.2.

8.3 Fartdæmpere

Der anlægges fartdæmpere i området, for at holde trafikken på 40 km/t. Fartdæmperne fremgår af vejplanen, tegning C1_MY_1_001.

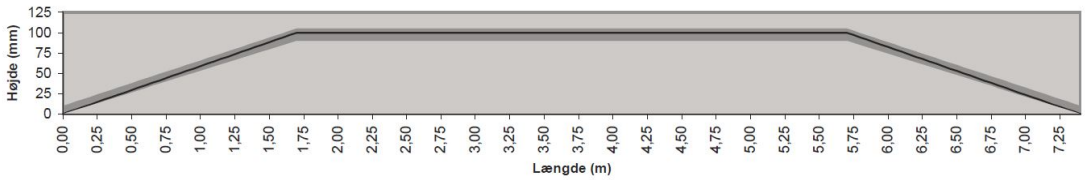
8.3.1 Trapezbump

Der anlægges to bump i området. Der anlægges et bump på Vej B ud for grund 19 og 28 og på stamvejen øst for grund 14 og 18.

Der anlægges et trapezformet bump til 40 km/t med betonbelægningssten der afgrænses til asfalten med en albertslundkantsten.

8.3.2 Hævet flade

Der anlægges en hævet flade på stamvejen ud for Vej B. Den hævede flade udformes som et trapezbump, men betegnes "hævet flade", da bumpen er mere end 10 m i længderetningen.



Figur 8.1. Trapezbump ved 40 km/t [Vejdirektoratet, 2017].

8.4 Kantsten

Der bruges to slags kantsten i området: Rabatkantsten og albertslundkantsten. Disse fremgår af vejplanen.

Rabatkantsten fremstilles med en flad, skrå overkant. Den sættes langs med vejene i området startende fra st. 432 på stamvejen og bortset fra Vej A1 og Vej B1. De bruges ligeledes som opkørsel til Vej A, Vej A1 og Vej B1.

Der sættes albertslundkantsten som kantsikring i niveau med den øvrige belægning. Der sættes albertslundkantsten ved den hævede flade, bump og rundkørsel.

8.5 Afmærkning

8.5.1 Kørebaneafmærkning

Der laves kørebaneafmærkning, hvor stamvejen kobler på Halvorsmindevej. Her laves hajtænder og indmundingslinje, efter Vejreglers håndbøger "Afmærkning på kørebanen"og "Dimensioner".

8.5.2 Afmærkningsmateriel

Der opsættes B11-tavler ved vigepligt fra Vej A, Vej B samt stamvej til Halvorsmindevej. Desuden opsættes der E53- og E54-skilte for område med fartdæmpning til 40 km/t.

Afvandingsplan 9

I dette kapitel beskrives den afvanding der er indtænkt af vejene i området. Hjørring Kommune dimensionerer spildevandsledningerne, imens NIRAS dimensionere regnvandsledninger, dvs. vejafvanding.

Vejvandet opsamles i trug med topslisede dræn langs med stamvejen frem til st. 432, med kuppelriste pr. 50 m. Drænene leder vandet til en regnvandsledning i vejmidten. Det opsamlede vejvand ledes til et regnvandsbassin nord-vest i området, se figur 9.1. Regnvandsbassinet fungere som et forsinkelsesbassin, hvorfra der må udledes 1 L/sek./ha til den nærliggende recipient.

I den resterende del af området anlægges der regnvandsledninger med kantopsamling.

Figur 9.1. Placering af forsinkelsesbassin.

Der skal i området foretages nedsivning på egen grund. Forholdene hertil er beskrevet i afsnit 2.4 samt i den geotekniske undersøgelsesrapport, der er vedlagt som bilag B4.

Anlægsøkonomi 10

I dette kapitel beskrives projektets udbudsmateriale, jordberegning samt entrepriseoverslag.

10.1 Udbudsmateriale

Når byggemodningen skal udbydes, vil den blive udbudt i tre etaper, hvorfor der skal bruges tre tilbudslister. Den første etape vil bestå af stamvejen, frem til st. 685 samt Vej B. Den anden etape vil bestå af Vej A, og den sidste etape vil være den resterende del af stamvej, dvs. fra st. 685. Der arbejdes på at kunne tilgå vejadgang fra Odbjergvej til grund 33-37, hvorfor der håbes på, at den sidste etape ikke skal udføres.

Til denne rapport er der udarbejdet én samlet tilbudsliste, vedlagt rapporten som appendiks A5. Til tilbudslisten er der udarbejdet et TAG, tilbuds- og afregningsgrundlag, vedlagt rapporten som appendiks A6. I tilbud- og afregningsgrundlaget beskrives de nærmere forudsætninger og retningslinjer for udfyldelsen af tilbudslisten.

Sammen med TBL og TAG skal udbudsmaterialet ydermere bestå af et udbudsbrev, PSS, SB og SAB samt tegningsliste og tegninger. I udbudsbrevet beskrives entreprisen, dvs. orientering om projektet, tidsplan, tilbuddets indhold, m.m. SAB, særlige arbejdsbetingelser er supplerende bestemmelser til AAB. AAB, Almindelige Arbejdsbeskrivelser, er tekniske beskrivelser gældende for sædvanligt forekommende arbejder. Der må ikke rettes i en AAB, så eventuelle ændringer og præciseringer skal anføres i den tilhørende SAB. SB, særlige betingelser, indeholder uddybende, supplerende og evt. fravigende bestemmelser til AB 92. AB 92 er entreprenørens og bygherrens entrepriseforhold og dermed sikkerhedsstillelse. Der skal desuden udarbejdet en PSS, plan for sikkerhed og sundhed. Planen er et styringsredskab, og har til formål at sikre et godt arbejdsmuljø for dem, der arbejde rpå byggepladsen [Arbejdstilsynet].

10.2 Jordberegning

Jordberegningen for alle vejene er vedlagt rapporten som appendiks A4-1, A4-2, A4-3, A4-4 og A4-5. Heraf fremgår en detaljeret beskrivelse af omfanget af afgravning, påfyldning samt muldarbejdet med et interval på 10 m. Det er antaget, at der er et muldlagt på 40 cm i området. Af tabel 10.1 fremgår den samlede jordberegning; afgravning, påfyldning og muld-arbejde.

		Stamvej	Vej A	Vej A1	Vej B	Vej B1	I alt
Afgravning	m^3	2070	5	0	553	12	2640
Påfyldning	m^3	4260	412	29	542	27	5270
Muld, erstattet	m^3	3565	801	163	768	83	5380
Muld, ikke erstattet	m^3	1703	222	52	778	122	2877
Total muld	m^3	5268	1024	215	1546	205	8258

Tabel 10.1. Jordberegning.

10.3 Entrepriseoverslag

På tilbudslisten er der angivet en estimeret pris, dvs. der fås en estimeret anlægssum. Priserne er baseret på erfaringer fra tidligere projekter. Dele af afvandingen er ikke medregnet i prisoverslaget.

Af tabel 10.2 fremgår entrepriseoverslaget for projektet. Med en usikkerhed på 20 % fås et entrepriseoverslag på 13.680.000 kr.

Anlægssum	11.400.000 kr.
20 % usikkerhed	13.680.000 kr.

Tabel 10.2. Entrepriseoverslag i afrundede tal.

Konklusion 11

Udstykningen fra Åstrup Møllegård i Hjørring består af i alt 37 grunde og ca. 1,5 km veje. Området ligger i et meget kuperet terræn, og et område med store naturbeskyttelsesområder der skal tages hensyn til.

Udstykningsplanen er udformet af Geopartner landinspektør, og passer godt ind i det omkringliggende terræn. Der laves en ny adgangsvej fra Halvorsmindevej, da der ikke kan fås vejadgang fra Odbjergvej. Vejen går igennem et fredskovareal og har ikke undgået alle naturbeskyttelsesområderne. Derfor anlægges det fjernede natur i forhold 1:2.

Udstykningen foretages over tre etaper. Den første etape består af stamvejen frem til st. 685 samt Vej B. Den anden etape er Vej A, og den sidste etape er den resterende del af stamvejen, dvs. den vej der skal gå parallel med Odbjergvej. Inden den sidste etape påbegyndes, undersøges det, om det er muligt at få vejadgang fra Odbjergvej til grund 33-37, således der ikke skal anlægges en vej parallet med Odbjergvej. Desuden er det på tale, at de to eksisterende grunde i området, køber hhv. grund 33 og 34, således Vej B1 ikke skal anlægges.

Vejenes linjeføringer og længdeprofiler er udarbejdet under hensynstagen til skråningsanlæggene. Vejene er tegnet i 3D, hvor der er indlagt tværsnit, således det er visualiseret hvordan vejene ligger i terrænnet. Det har altså været en iterativ proces at fastlægge linjeføringer og længdeprofiler, for at optimere skråningerne. Der er hovedsageligt anvendt skråningsanlæg 1:2, men der er også anvendt skråninger med skråningsanlæg 1:5 og 1:10. Der er brugt skråningsanlæg 1:10, så skråningen kan anvendes som landbrugsjord. Derudover laves der en plantestensmur, efter IBF's foreskrifter, langs med fredskovsgrænsen, så vejen kan lægge så tæt på fredskoven som muligt.

Afvandingen udføres med topslisede dræn langs med stamvejen og regnvandsledninger med kantopsamling i den resterende del af området. På grundene skal der foretages nedsivning på egen grund.

Der er på projektets tilbudsliste anført estimerede priser, hvilket giver et anlægsoverslag på ca. 13,6 mio. kr medregnet en usikkerhed på 20 %.

11.1 Afsluttende bemærkninger

Geopartner landinspektør skal med udgangspunkt i vejanlægget lave en forbedret udstykningsplan med nye grundarealer. Det skal vurderes, om der er nogle grunde der evt. skal fjernes eller slåes sammen. Grund 32 skal bl.a. tages op til overvejelse, hvor en mulighed kan være at slå den sammen med grund 31. Det skal desuden undersøges

af Geopartner landinspektør, om rundkørslen på stamvejen kan omplaceres, således den flyttes længere mod øst, så den ikke ligger på et skrånende terræn.

På stamvejen fra st. ca. 690-730 overskrider påfyldningsskråningen et §3-områder, hvor det ikke er forventet. Her skal der laves en plantestensmur, som tidligere på stamvejen. I den forbindelse skal der tænkes på trafiksikkerheden, hvor der evt. skal opsættes autoværn. Det er desuden en anden type plantestensmur der skal bruges her, da der vil være en overfladelast fra trafikken.

Bygherre har et ønske om, at der etableres en hævet flade ved Vej A, ligesom der er lavet ved Vej B. Dette vil derfor blive tilføjet på vejplanen.

Anvendte programmer A

I dette appendiks beskrives de programmer der er brugt til projektering af vejanlægget.

A.1 Microstation

MicroStation er et CAD program til to- eller tre-dimensionelt design, udviklet af Bentley Systems. Vejenes linjeføringen tegnes i Microstationen, og importeres til PowerCivil. Microstation er brugt til at tegne vejplanen i 2D.

A.1.1 Autoturn

Autoturn er et tillægsprogram til MicroStation, der simulerer et køretøjs kørekurve og arealbehov. I programmet vælges hvilket køretøj der skal indtegnes samt med hvilken hastighed køretøjet bevæger sig.

Autoturn er anvendt til at tegne kørekurver ved dimensionering af sving og vendepladser, se appendiks F.

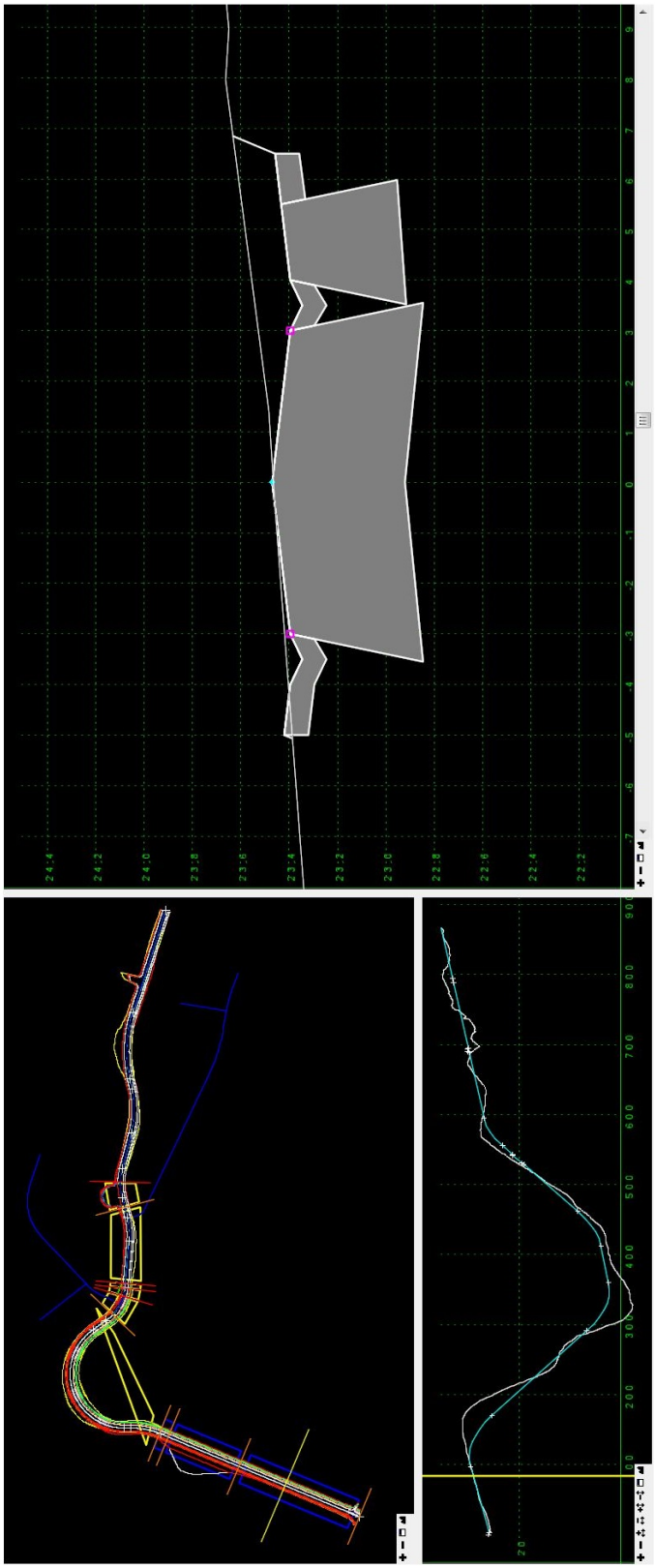
A.2 Bentley PowerCivil

Bentley PowerCivil er et design software, der tilbyder et fleksibelt 2D/3D værktøj til modellering. I PowerCivil tegnes der bl.a. terrænmodel, længdeprofiler og tværsnit, og det er her alt 3D udskrives fra.

A.2.1 RoadWay Designer

RoadWay Designer, i PowerCivil, og er det program, hvor vejens linjeføring, længdeprofiler og tværsnit lægges sammen. Derudover fastsættes der forskellige forudsætninger, fx skal venstre kørebanekant følge en importeret kørebanekant, hvis den afviger fra det basis tværsnit der er valgt.

I RoadWay Designer fremkommer der tre skærmbilleder, se figur A.1. Øverst venstre hjørne ses vejens linjeføring, nederst venstre hjørne ses vejens længdeprofil, og til højre ses vejens tværsnit på det punkt der er valgt. På den måde visualiseres det, hvordan tværsnittet ligger i terrænnet, og der kan opdages fejl som den beskrevet i afsnit 7.1.4.

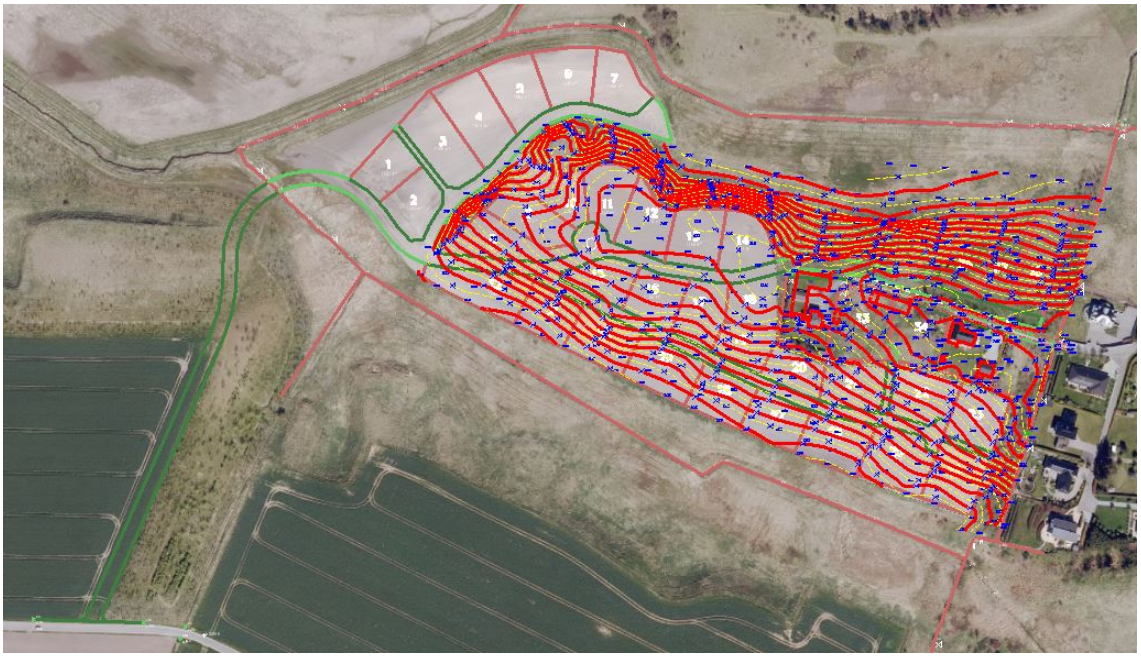


Figur A.1. Roadway Designer.

Terrænmodel B

I dette kapitel er der lavet en beskrivelse af den terrænmodel der er udarbejdet for projektet. Herunder beskrives de opmålingsfiler der er brugt, og hvilken supplerende opmåling der er lavet.

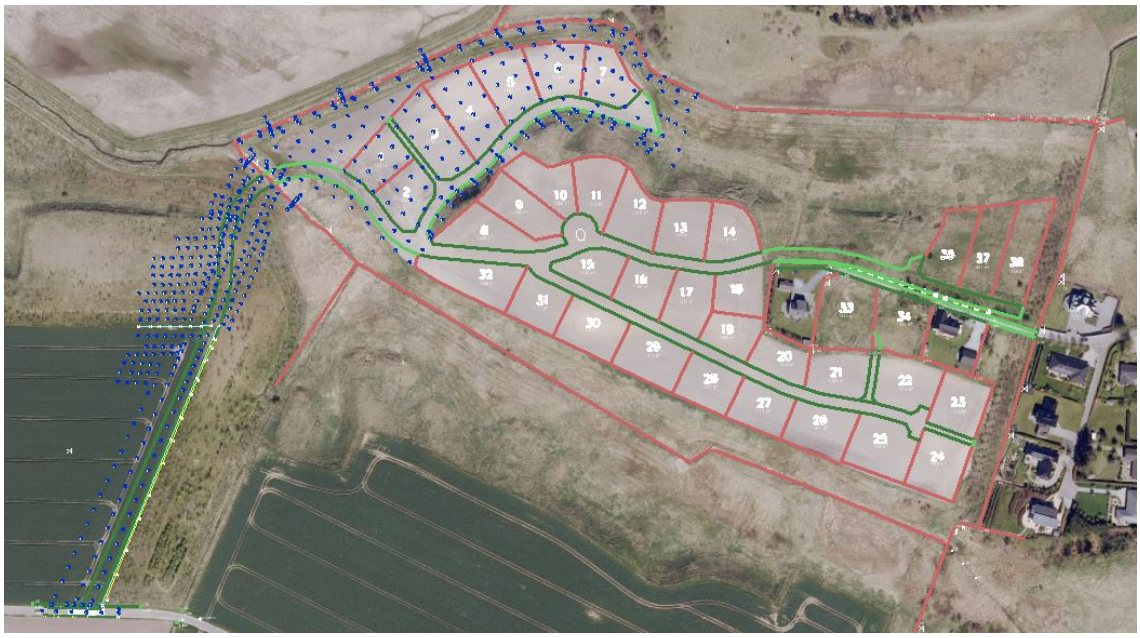
Da dette projekt har været på tegnebrættet i mange år, er der udført forskellige opmålinger med årene. Den første opmåling der blev foretaget, er en detaljeret opmåling af grundene 8-37, se figur B.1.



Figur B.1. Detaljeret opmåling.

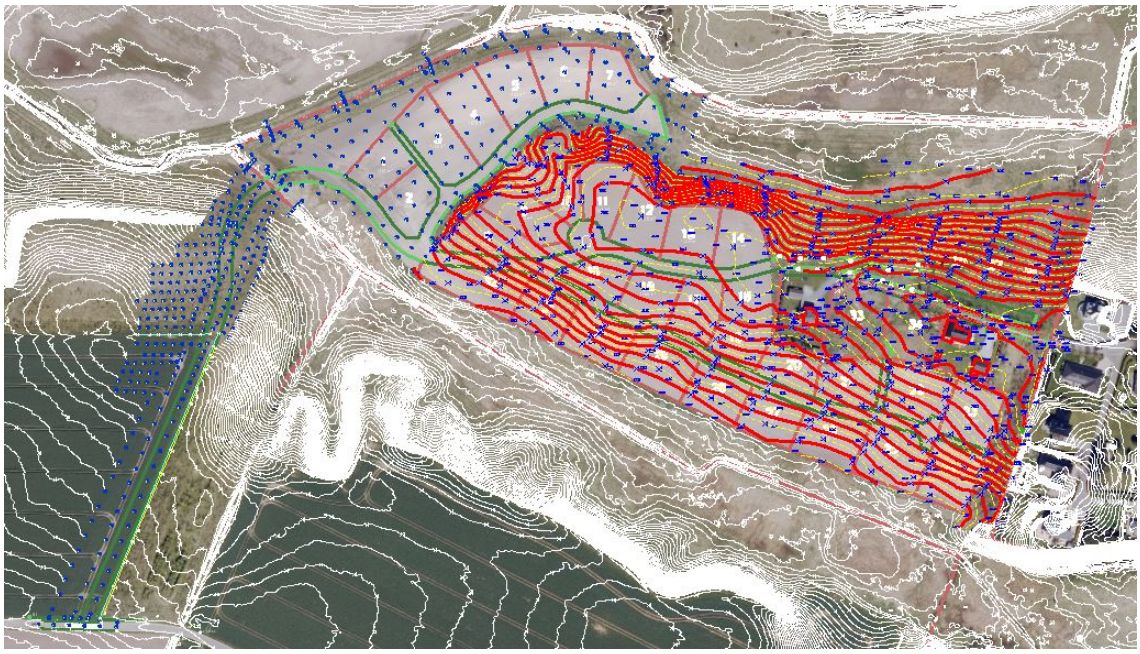
Derudover er der udført en opmåling langs med den daværende placering af stamvejen. Stamvejen er siden denne opmåling blevet flyttet og kurven er ændret. Derfor er denne opmåling ikke længere brugbar.

Dette betyder, at der for området manglede opmåling over det område hvor grundene 1-7 er beliggende samt langs med stamvejen. Desuden ville en nøjagtig opmåling af fredskovgrænsen være nødvendigt, for at placere stamvejen helt korrekt. Grundet dette blev der udført en supplerende opmåling under projketeringsarbejdet, se figur B.2.



Figur B.2. Supplerende opmåling.

Terrænmodellen er udarbejdet med de to opmålinger samt 3D-højdekurver fra NIRAS' database. Højdekurverne blev brugt, hvor der ikke var supplerende opmålinger over området, og klippet til. Dette fremgår af figur B.3.

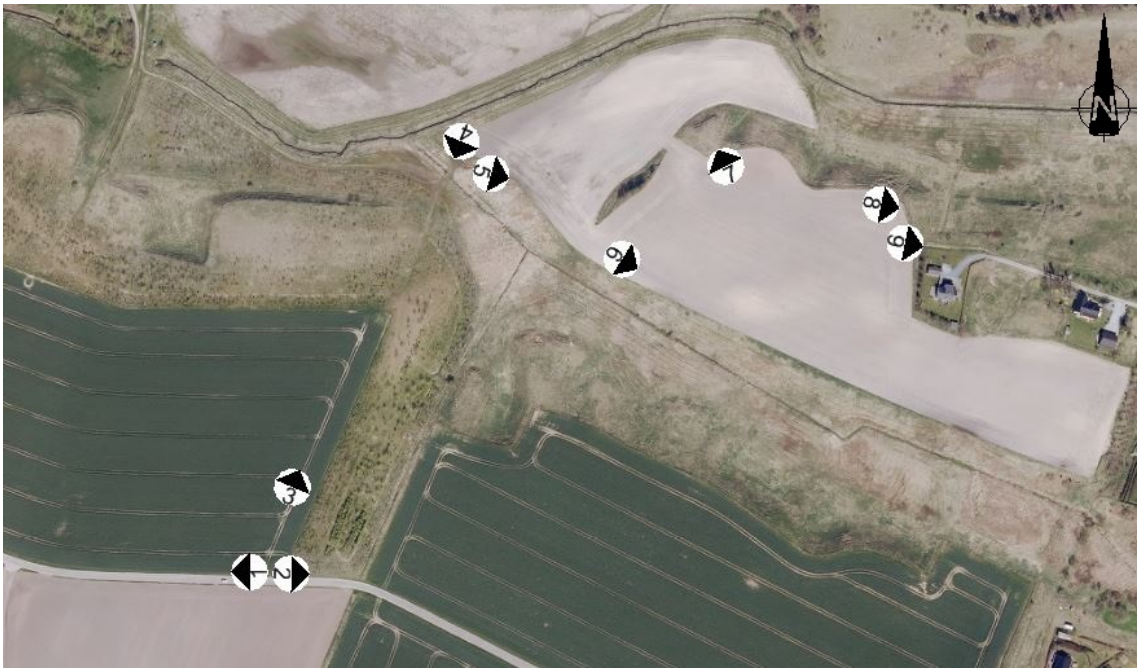


Figur B.3. Kurver og koter, som terrænmodellen er udarbejdet fra.

Ekskursion til Hjørring C

I dette kapitel fremvises billeder af området der blev taget på ekskursion til området d. 23. november 2017.

Positionen af de billeder der fremvises i dette appendiks, fremgår af figur C.1.



Figur C.1. Billedposition. Billederne er nummereret iht. figuren.

Figur C.2. Billede 1. Halvorsmindevej mod øst.

Figur C.3. Billede 2. Halvorsmindevej mod vest.

Figur C.4. Billede 3. Her skal stamvejen placeres. Fredskoven ses til højre på billedet.

Figur C.5. Billede 4.

Figur C.6. Billede 5.

Figur C.7. Billede 6. Til venstre ses de søgegrøfter der er gravet under den arkøologiske forundersøgelse.

Figur C.8. Billede 7. Billedet er taget fra et højdepunkt i området, mod det område hvor grund 1-7 er placeret.

Figur C.9. Billede 8. Billede mod grund 35-37.

Figur C.10. Billede 9.

Figur C.11. En af de søgegrøft der var udgravet under besøget i området.

Tracering D

I dette appendiks fremgår udregninger der er væsentlige for vejene, herunder horisontal- og vertikalkurver, vendestrækningens længde, resulterende fald, m.m.

D.1 Kurveradier

Til beregning af horisontal- og vertikalkurver er Vejdirektoratets regnemodul til vejgeometriske beregninger anvendt. Dette minimere risikoen for fejlberegninger. Nedenfor gennemgås de beregninger der foretages af regnemodulet.

D.1.1 Horisontalkurver

Beregning af horisontalkurver er baseret på Vejreglen "Tracering i åbent land"[Vejregler, 2012]. Minimumsradie for horisontale kurver beregnes ved formel D.1 [Vejregler, 2012]:

$$R_h = \frac{(L_{sigt})^2}{8 \cdot d_{sh}} \tag{D.1}$$

hvor

L_{sigt}	Sigtlængden baseret på V_d [m]
d_{sh}	Afstand til sigthindrende genstand [m]

D.1.2 Vertikalkurver

De konvekse vertikalkurver beregnes ved formel D.2 [Vejregler, 2012]:

$$R_{v,min} = \frac{(L_{sigt})^2}{2 \cdot \left(\sqrt{h_{øje}} + \sqrt{h_{obj}}\right)^2} \tag{D.2}$$

hvor

$R_{v,min}$	Vertikalkurvens mindste radius [m]
$h_{øje}$	Øjepunktshøjden [m]
h_{obj}	Objekthøjden [m]

De konkave minimumsvertikalkurver beregnes ved formel formelD.3 [Vejregler, 2012]:

$$R_{v,min} = \frac{(L_{sigt})^2}{2 \cdot (\sqrt{h_{fri} - h_{øje}} + \sqrt{h_{fri} - h_{obj}})^2} \tag{D.3}$$

hvor

h_{fri}	frihøjden [m]

D.2 Vendestrækningens længde

Vejens profil ændres fra tagprofil med 25 ‰ til ensidig hældning med 25 ‰, hvor vejen samtidig indsnævres fra en vejbredde på 6 m til 5,5 m.

Vendestrækningens længde findes ved formel D.4 [Vejregler, 2012].

$$L_{vend} = (i_{r,e,1} + i_{r,e,2}) \cdot \frac{b}{0{,}006} \tag{D.4}$$

hvor

$i_{r,e,1}$	Sidehældningen før vendestrækningen [‰]
$i_{r,e,2}$	Sidehældningen efter vendestrækningen [‰]
b	Kørebanebredde [m]

Vendestrækningen findes til:

$$L_{vend} = (0{,}025 + 0{,}025) \cdot \frac{6{,}0 \text{ m}}{0{,}006} = 50{,}0 \text{ m} \tag{D.5}$$

Vendestrækningen starter i st. 432 og slutter dermed i st. 482.

D.3 Sidehældning i kurver

Det er relevant at undersøge for sidehældningen i kurver, idet der er fastlagt kurver med små radier. Derfor skal der opleves en god kørselsdynamik i kurven.

Det ønskes som udgangspunkt, at lade stamvejen have tagprofil indtil Vej A, hvorfra sidehældningen ændres til ensidig hældning. Der undersøges derfor for det resulterende fald i kurven, og hvorvidt dette er muligt. Af Vejregel "Tracering i byer"[Vejregler, 2016], fremgår det, at der med tagprofil ved en ønsket hastighed på 40 km/t i en kurve, skal haves en mindsteværdi for horisontalradien på 500 m. Dette er ikke opfyldt, idet horisontalradien er 57 m. Derfor bør der laves ensidig hældning i kurven i stedet for tagprofil.

Der undersøges derfor for ensidig sidehældning. Sidehældningen maksimale værdi er afhængig af vejens længdefald, som er 56 ‰. Det resulterende fald beregnes ved formel D.6 [Vejregler, 2016]:

$$\text{Resulterende fald} = \sqrt{(i_r^2 + i_t^2)} \tag{D.6}$$

hvor

i_r	Vejens sidehældning (radiale fald) [‰]
i_t	Vejens længdefald (tangentiale fald) [‰]

Det resulterende fald beregnes dermed til 61 ‰.

Sammenhæng mellem radius, vejens sidehældning og sidefriktionskoefficienten er angivet med formel D.7 [Vejregler, 2016]:

$$\mu_r + i_r = \frac{V_p^2}{127 \cdot R_h} \tag{D.7}$$

hvor

μ_r	Vejens sidefriktionskoefficient [−]
V_p	Planlægningshastighed [km/t]
R_h	Horisontalkurveradius [m]

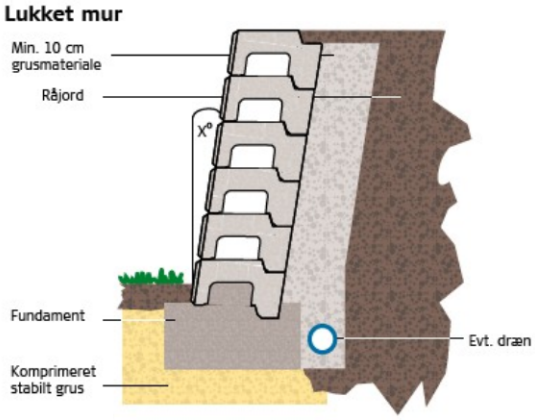
Ved en planlægningshastighed på 40 km/t er vejens sidefriktionskoefficient 0,191. Herudfra fås en hositonal kurveradius på 58 m. Dette betyder, at vejens sidehældning i kurven på stamvejen bør være ensidig, og ikke som tagprofil, som først antaget.

Plantestensmur E

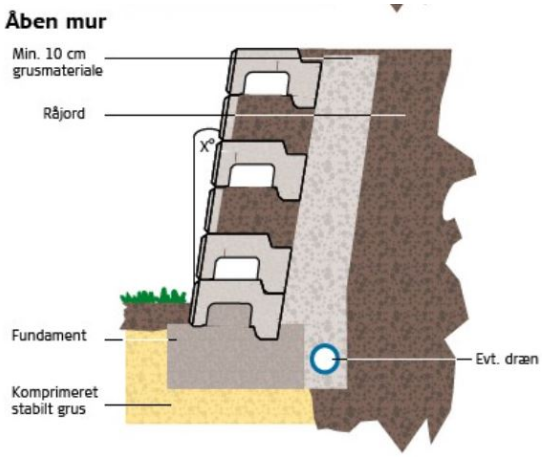
I dette appendiks beskrives den plantestensmur der opsættes øst for stamvejen mod fredskovgrænsen.

Der er valgt at sætte en plantestensmur på stamvejens østlige side mod fredskovgrænsen. På den måde kan vejen anlægges tættere på fredskoven.

Plantestensmuren sættes med IBF Danblokke, der er en støtte- og støjmureblok, der kan anvendes til høje mure [IBF, 2013]. IBF Danblokke kan sættes som en åben eller lukket plantestensmur, se figur E.1 og figur E.2.



Figur E.1. Lukket mur [IBF, 2013].



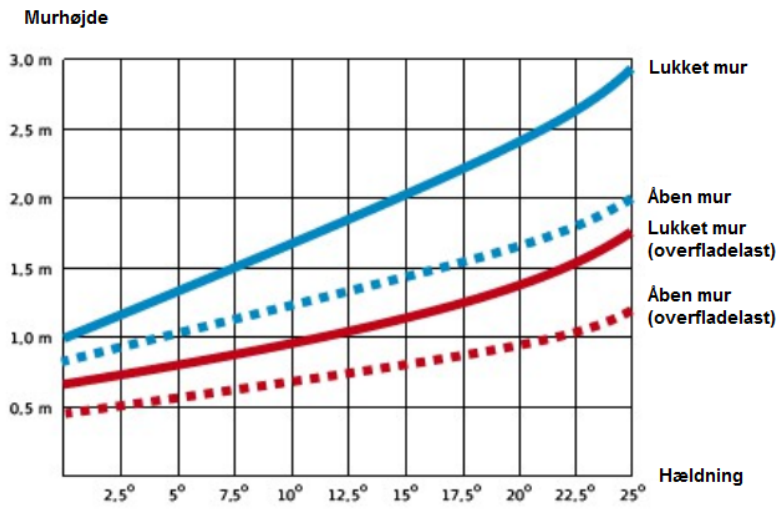
Figur E.2. Åben mur [IBF, 2013].

Forskellen på den lukkede mur og åbne mur er bl.a. hvor stor murhøjden kan laves. En lukket mur kan laves højere end den åbne mur, se figur E.3. Den lukkede mur kan laves 3,0 m høj og den åbne mur have en murhøjde på 2,0 m. Da plantestensmuren skal nå en højde på over 2,0 m, skal der laves en lukket mur. En murhøjde på 2,5 m svarer til en hældning på 20 grader. Dette er ifølge figur E.5 en indrykning på 36,4 cm pr. meter. Dette svarer til en promille på:

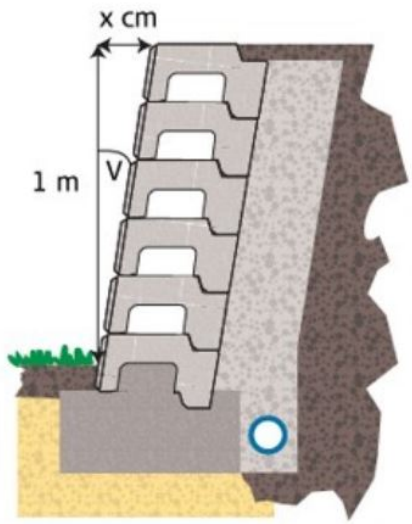
$$\frac{1}{0,364} \cdot 1000 = 2747,25 \text{ ‰} \tag{E.1}$$

Denne oplysning bruges, ved udarbejdelse af tværsnit i 3D og 3D-vejplan.

Bortset fra denne indrykning, som plantestensmuren laver pr. meter, skal der også medregnes plads til danblokken i dybden 34 cm samt de min. 10 cm grusmateriale bag ved plantestensmuren. Dette skal der være plads til, uden at fredskovgrænsen overskrides.



Figur E.3. Diagrammet angiver hvor højt IBF Danblokke kan opbygges ved forskellige hældninger. Overfladelasten er 5 kN/m^2, svarende til trafik med køretøjer under 3600 kg, der er min. 1 m væk fra muren [IBF, 2013].



Figur E.4. Sammenhæng mellem murhældning og vandret indrykning pr. meter [IBF, 2013].

Murhældning med lodret	Vandret indrykning pr. meter
5°	8,7 cm
10°	17,6 cm
15°	26,8 cm
20°	36,4 cm
25°	46,6 cm

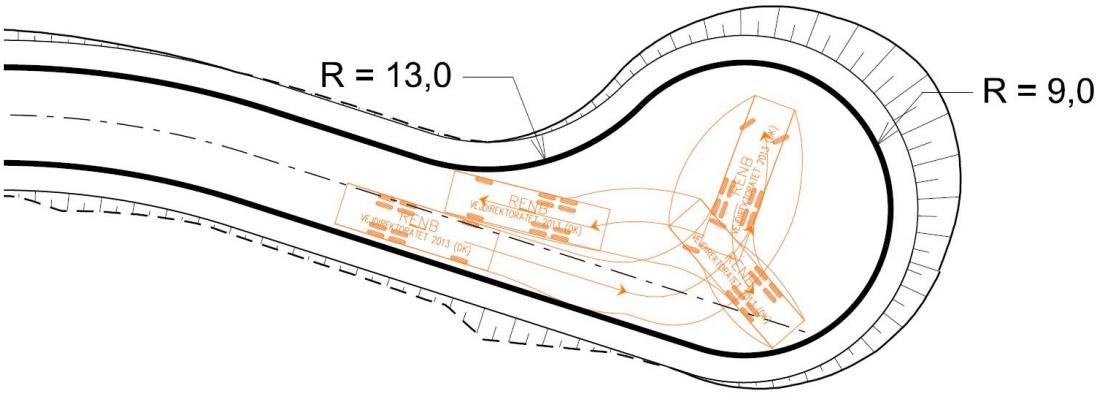
Figur E.5. Sammenhæng mellem murhældning og vandret indrykning pr. meter [IBF, 2013].

Der indbygges dræn ved murhøjder fra 1 m og opefter. Derfor indbygges der dræn i muren.

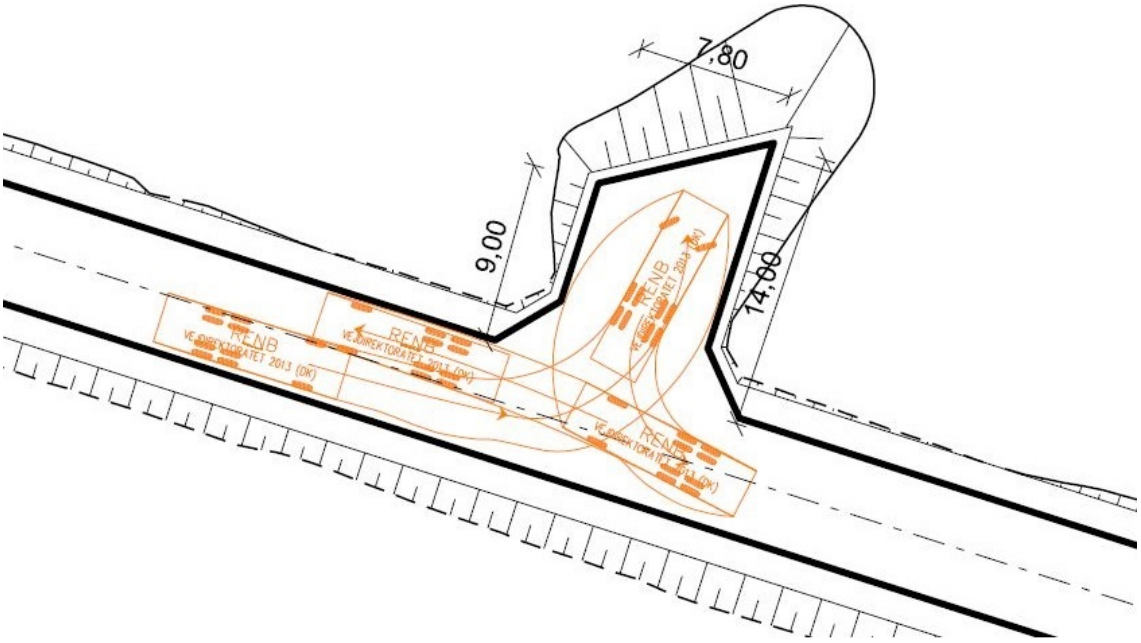
Danblokkene måler 25 cm i bredden, 34 cm i dybden og 17 cm i højden. Plantestensmuren startes hvor afgravningen er højere eller lig 4 sten, svarende til 0,68 m. Det vil sige fra st. 136 til st. 215.

Vendepladser F

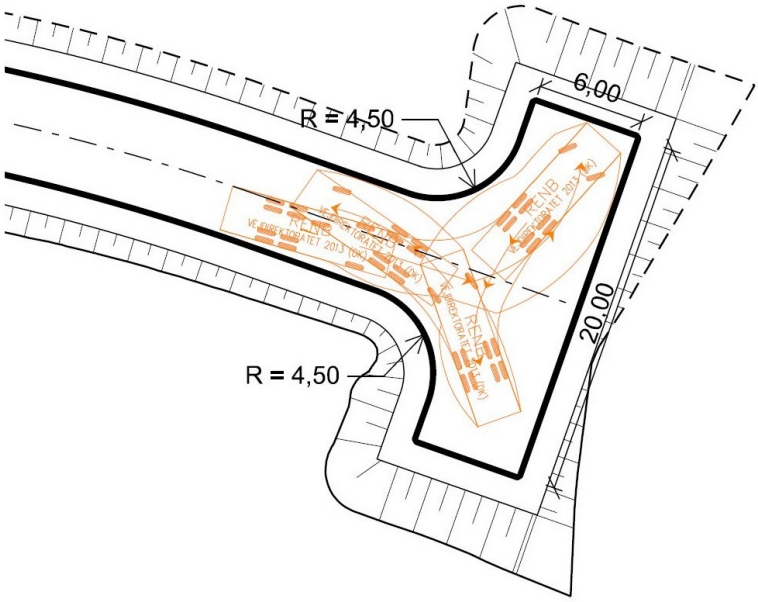
I dette appendiks fremgår de vendepladser der er udført i området med anførte mål. Vendepladserne er dimensioneret efter Vejregler med distributionsvogn som dimensionerende køretøj.



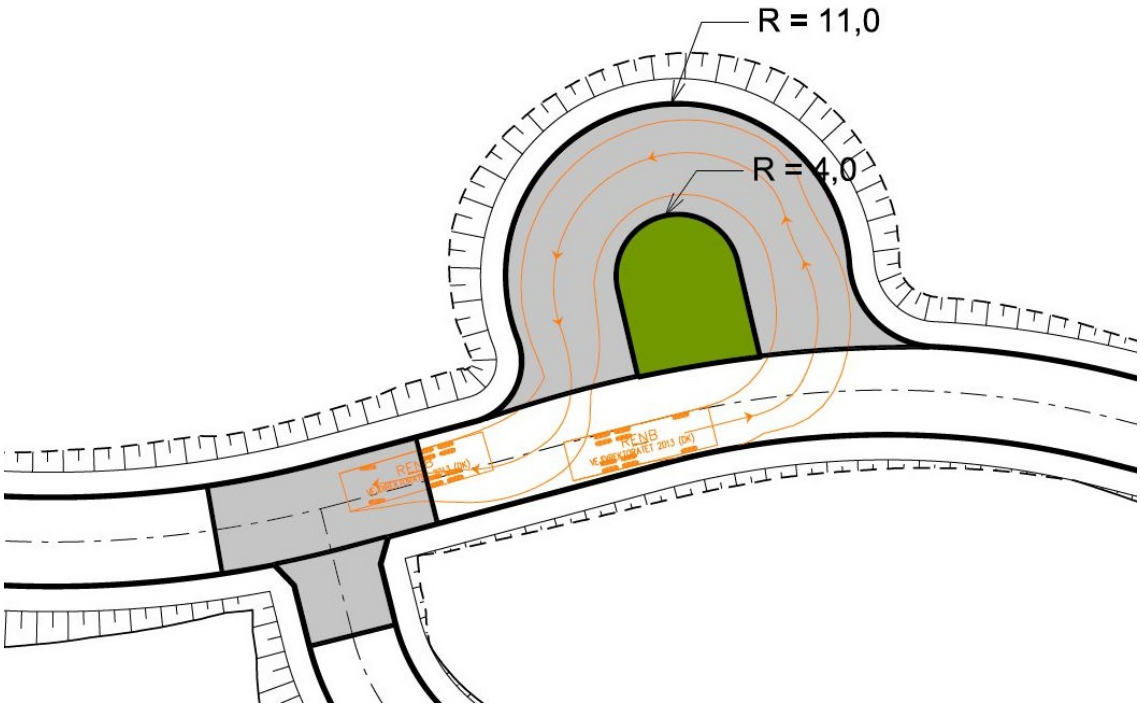
Figur F.1. Cirkelformet vendeplads.



Figur F.2. Vendeplads vest for grund 35.



Figur F.3. Symmetrisk hammerhoved.



Figur F.4. Rundkørsel.

Litteratur

Arbejdstilsynet. Arbejdstilsynet. *Plan for sikkerhed og sunhed (PSS)*. URL https://arbejdstilsynet.dk/da/brancher/2008-bygge-og-anlaeg/bygge-og-anlaegsbranchen/bygherrens-ansvar/pss. Besøgt 2018-01-15.

Hjørring Kommune, **2016**. Hjørring Kommune. *Hjørring Kommuneplan 2016*, 2016. URL http://hjorring.viewer.dkplan.niras.dk/plan/3#/. Besøgt 2017-12-08.

Hjørring Kommune, **2017**. Teknik-og Miljøområdet Hjørring Kommune. *Lokalplan*, 2017. URL https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:OZOaeuY8aY0J:https://hjoerring.dk/media/22608/lp-odbjergvej_halvorsmindevej-1041110-l07_vedtaget.pdf+&cd=1&hl=da&ct=clnk&gl=dk. Besøgt 2017-12-07.

IBF, **2013**. IBF. *Danblokke*, 2013. URL https://www.ibf.dk/da/produkter/plantestenstoettemure/danblokke. Besøgt 2017-12-11.

Miljø- og Fødevareministeriet. Miljø- og Fødevareministeriet. *Fredskovpligten og tilsyn*. URL http://mst.dk/erhverv/skovbrug/lovgivning/fredskovspligten-og-tilsyn/. Besøgt 2017-12-08.

Naturstyrelsen, **2009**. Naturstyrelsen. *Vejledning om naturbesyttelseslovens §3 beskyttede naturtyper*, 2009. URL http://naturstyrelsen.dk/publikationer/2009/jun/vejledning-om-naturbeskyttelseslovens-3/#\T1\textquotedblright1\T1\textquotedblright. Besøgt 2017-12-07.

Retsinformation, **2014**. Retsinformation. *Bekendtgørelsen af museumsloven*, 2014. URL https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=162504. Besøgt 2018-01-09.

Skanderborg Museum. Skanderborg Museum. *Arkæologi for bygherre*. URL http://www.museumskanderborg.dk/ark\T1\aeologisk-forunders\T1\ogelse. Besøgt 2017-12-07.

Vejdirektoratet, **2017**. Vejdirektoratet. *Katalog over typegodkendte bump*, 2017. URL http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=bump&docId=vd-2017-0048-full. Besøgt 2017-12-12.

Vejdirektoratet, **2013**. Vejdirektoratet. *Vejmodul udviklet til vejgeometriske beregninger*, 2013. URL http://www.vejdirektoratet.dk/DA/om-os/nyheder-og-presse/nyheder/Sider/Regnemodul-udviklet-til-vejgeometriske-beregninger.aspx. Besøgt 2018-01-03.

Vejregler, **2013**. Vejregler. *Dimensionering af befæstelser og forstrækningsbelægninger*, 2013. URL http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=Dimensionering+af+Bef%C3%A6stelser+og+Forst%C3%A6rkningsbel%C3%A6gninger&docId=vd-anlaeg-befaest-2013-full. Besøgt 2016-12-19.

Vejregler, **2012**. Vejregler. *Tracering i åbent land*, 2012. URL http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=tracering+i+%c3%a5bent&docId=vd-anlaeg-vejgeo-tracering-full. Besøgt 2018-01-05.

Vejregler, **2016**. Vejregler. *Tracering i byer*, 2016. URL http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=tracering+byer&docId=vd-2016-0052-full. Besøgt 2018-01-08.

Vejregler, **2017**. Vejregler. *Tværprofiler i åbent land*, 2017. URL http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=tv%c3%a6rprofiler+i+%c3%a5ben&docId=vd20170136-full. Besøgt 2017-12-19.

Vejregler, **2011**. Vejregler. *Anlæg for parkering og standsning i byer*, 2011. URL http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?q=anl%c3%a6g+for+parkering&docId=vd-anlaeg-parkering9-full. Besøgt 2018-01-05.